

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 IWAP-0006	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/05442	国際出願日 (日.月.年) 14.08.00	優先日 (日.月.年) 23.08.99
出願人(氏名又は名称) 日本板硝子株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 4 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☒ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 6 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求項1～5における「特別な技術的特徴」は、GaAsバッファ層の直上のAlGaAs層の構造にある。

一方、請求項6～8における「特別な技術的特徴」は、光が出射する最上層の材料にある。

さらに、請求項9～11における「特別な技術的特徴」は、nゲート層に近いアノード層の部分の不純物の濃度にある。

したがって、請求項1～5と請求項6～8と請求項9～11とは、いずれも単一性を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

THIS PAGE BLANK

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L 33/00Int. Cl⁷ H01S 5/00 - 5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P, 1-186684, A (日本電気株式会社) 26. 7月. 1989 (26. 07. 89) 第4頁左下欄~右下欄, 第7図 第3頁右下欄 (ファミリーなし)	6-7 1-5, 8-17
X	J P, 9-213995, A (松下電子工業株式会社) 15. 8月. 1997 (15. 08. 97) 段落番号【0022】-【0025】, 第4図 (ファミリーなし)	9-11

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 11. 00

国際調査報告の発送日

14.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

門田 かつよ

2K

9512

電話番号 03-3581-1101 内線 6593

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 9-283793, A (日本板硝子株式会社) 31. 10月. 1997 (31. 10. 97) 段落番号【0016】 (ファミリーなし)	1-17
A	J P, 60-028291, A (三菱電機株式会社) 13. 2月. 1985 (13. 02. 85) 第2頁左下欄 (ファミリーなし)	1, 3
A	J P, 8-088444, A (日本電気株式会社) 2. 4月. 1996 (02. 04. 96) 段落番号【0005】-【0006】 (ファミリーなし)	2, 4, 5
A	J P, 6-252443, A (大同特殊鋼株式会社) 9. 9月. 1994 (09. 09. 94) 段落番号【0010】-【0011】 (ファミリーなし)	6
A	J P, 10-284756, A (大同特殊鋼株式会社) 23. 10月. 1998 (23. 10. 98) 段落番号【0008】, 【0031】-【0032】 (ファミリーなし)	9-11
A	J P, 1-212483, A (日本電気株式会社) 25. 8月. 1989 (25. 08. 89) 第2頁左下欄 (ファミリーなし)	10-11
A	J P, 9-283794, A (日本板硝子株式会社) 31. 10月. 1997 (31. 10. 97) 第7図, 第13図 (ファミリーなし)	12-17

THIS PAGE BLANK (Usr...

PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

09/830036

International Application No.

International Filing Date

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference

(if desired) (12 characters maximum)

IWAP-0006

Box No. I TITLE OF INVENTION

LIGHT-EMITTING THYRISTOR AND SELF-SCANNING LIGHT-EMITTING DEVICE

Box No. II APPLICANT

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

Nippon Sheet Glass Co., Ltd.

5-11, Dosho-machi 3-chome, Chuo-ku,
Osaka-shi, OSAKA 541-0045 JAPAN

☐ This person is also inventor.

Telephone No.

03-5443-9514

Facsimile No.

03-5443-9567

Teleprinter No.

State (that is, country) of nationality:

JAPAN

State (that is, country) of residence:

JAPAN

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States

☒ all designated States except the United States of America

☐ the United States of America only

☐ the States indicated in the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

KOMABA Nobuyuki

c/o Nippon Sheet Glass Co., Ltd., 5-11,
Dosho-machi 3-chome, Chuo-ku, Osaka-shi,
OSAKA 541-0045 JAPAN

This person is:

☐ applicant only

☒ applicant and inventor

☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

JAPAN

State (that is, country) of residence:

JAPAN

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States

☐ all designated States except the United States of America

☒ the United States of America only

☐ the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

☒ agent

☐ common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

8664 Patent Attorney IWASA Yoshiyuki

IN Bldg., 10-17, Higashikanda 2-chome,
Chiyoda-ku, TOKYO 101-0031 JAPAN

Telephone No.

03-3861-9711

Facsimile No.

03-3861-9713

Teleprinter No.

☐ Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

OHNO Seiji

c/o Nippon Sheet Glass Co., Ltd., 5-11,
Doshomachi 3-chome, Chuo-ku, Osaka-shi,
OSAKA 541-0045 JAPAN

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

JAPAN

State (that is, country) of residence:

JAPAN

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Box No.V DESIGNATION OF STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes; at least one must be made):

Regional Patent

- ☐ **AP ARIPO Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, MZ Mozambique, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swaziland, TZ United Republic of Tanzania, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☐ **EA Eurasian Patent:** AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ **EP European Patent:** AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☐ **OA OAPI Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other of protection or treatment desired, specify on dotted line)

National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AE United Arab Emirates | <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia |
| <input type="checkbox"/> AG Antigua and Barbuda | <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka |
| <input type="checkbox"/> AL Albania | <input type="checkbox"/> LR Liberia |
| <input type="checkbox"/> AM Armenia | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AT Austria | <input type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input type="checkbox"/> AU Australia | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> MA Morocco |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input type="checkbox"/> BR Brazil | <input type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input type="checkbox"/> BZ Belize | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> MZ Mozambique |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> NO Norway |
| <input type="checkbox"/> CR Costa Rica | <input type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba | <input type="checkbox"/> PL Poland |
| <input type="checkbox"/> CZ Czech Republic | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> DE Germany | <input type="checkbox"/> RO Romania |
| <input type="checkbox"/> DK Denmark | <input type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> DM Dominica | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> DZ Algeria | <input type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input type="checkbox"/> EE Estonia | <input type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input type="checkbox"/> ES Spain | <input type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input type="checkbox"/> FI Finland | <input type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada | <input type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input type="checkbox"/> GE Georgia | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> HR Croatia | <input type="checkbox"/> TZ United Republic of Tanzania |
| <input type="checkbox"/> HU Hungary | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesia | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input type="checkbox"/> IN India | <input type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> IS Iceland | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input type="checkbox"/> JP Japan | <input type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| <input type="checkbox"/> KE Kenya | <input type="checkbox"/> ZA South Africa |
| <input type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |

Check-box reserved for designating States which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

Precautionary Designation Statement: In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation (including fees) must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Box No. VI PRIORITY CLAIM		<input type="checkbox"/> Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.		
Filing date of earlier application (day/month/year)	Number of earlier application	Where earlier application is:		
		national application: country	regional application: regional Office	international application: receiving Office
item (1) 23.08.99	11/234,881	JAPAN		
item (2) 23.08.99	11/234,884	JAPAN		
item (3) 25.08.99	11/238,110	JAPAN		
<input checked="" type="checkbox"/> The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office) identified above as item(s): (1) (2) (3)				
<i>* Where the earlier application is an ARIPO application, it is mandatory to indicate in the Supplemental Box at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(ii)). See Supplemental Box.</i>				
Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY				
Choice of International Searching Authority (ISA) (if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):		Request to use results of earlier search; reference to that search (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority):		
ISA / JP		Date (day/month/year) Number Country (or regional Office)		
Box No. VIII CHECK LIST; LANGUAGE OF FILING				
This international application contains the following number of sheets: request : 4 description (excluding sequence listing part) : 20 claims : 4 abstract : 1 drawings : 18 sequence listing part of description : Total number of sheets : 47		This international application is accompanied by the item(s) marked below: 1. <input type="checkbox"/> fee calculation sheet 2. <input type="checkbox"/> separate signed power of attorney 3. <input type="checkbox"/> copy of general power of attorney; reference number, if any: 4. <input type="checkbox"/> statement explaining lack of signature 5. <input type="checkbox"/> priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): 6. <input type="checkbox"/> translation of international application into (language): 7. <input type="checkbox"/> separate indications concerning deposited microorganism or other biological material 8. <input type="checkbox"/> nucleotide and/or amino acid sequence listing in computer readable form 9. <input type="checkbox"/> other (specify):		
Figure of the drawings which should accompany the abstract: Fig. 6		Language of filing of the international application: JAPANESE		
Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT				
Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).				
IWASA Yoshiyuki				

For receiving Office use only	
1. Date of actual receipt of the purported international application:	2. Drawings: <input type="checkbox"/> received: <input type="checkbox"/> not received:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:	
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):	
5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA /	6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid.

For International Bureau use only
Date of receipt of the record copy by the International Bureau:

THIS PAGE BLANK

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年3月1日 (01.03.2001)

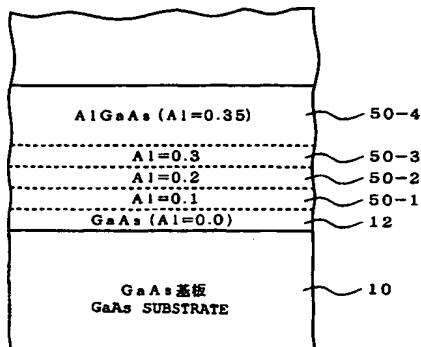
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/15243 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 33/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 駒場信幸
(21) 国際出願番号: PCT/JP00/05442 (KOMABA, Nobuyuki) [JP/JP]. 大野誠治 (OHNO, Seiji) [JP/JP]; 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 日本板硝子株式会社内 Osaka (JP).
(22) 国際出願日: 2000年8月14日 (14.08.2000)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 弁理士 岩佐義幸 (IWASA, Yoshiyuki); 〒101-0031 東京都千代田区東神田2丁目10番17号 INビル Tokyo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CA, CN, KR, US.
(30) 優先権データ: (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
特願平11/234881 1999年8月23日 (23.08.1999) JP
特願平11/234884 1999年8月23日 (23.08.1999) JP
特願平11/238110 1999年8月25日 (25.08.1999) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本板硝子株式会社 (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 Osaka (JP).
添付公開書類:
— 国際調査報告書
2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIGHT-EMITTING THYRISTOR AND SELF-SCANNING LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光サイリスタおよび自己走査型発光装置



(57) Abstract: A pnpn structure light-emitting thyristor with high light emission efficiency in which p-type and n-type AlGaAs layers are alternated on a GaAs buffer layer on a GaAs substrate, characterized in that the content of Al in the AlGaAs layer directly on the GaAs buffer layer stepwise or continuously increases.

(57) 要約:

発光効率の良い発光サイリスタを提供する。本発明によれば、GaAs基板上のGaAsバッファ層の上に、p形およびn形のAlGaAs層が交互に積層されたpnpn構造発光サイリスタにおいて、GaAsバッファ層の直上のAlGaAs層は、Alの組成が階段状に大きくなるように変化しているか、Alの組成が連続的に大きくなるように変化していることを特徴とする。

WO 01/15243 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

明 細 書

発光サイリスタおよび自己走査型発光装置

技 術 分 野

本発明は、発光効率を改善した発光サイリスタ、およびこのような発光サイリスタを用いた自己走査型発光装置に関する。

背 景 技 術

面発光の発光サイリスタは、本出願人に係る特開平 2 - 1 4 5 8 4 号公報に開示されており、また端面発光の発光サイリスタは、本出願人に係る特開平 9 - 8 5 9 8 5 号公報に開示されている。面発光サイリスタも端面発光サイリスタも、基本構造は同じであり、例えば GaAs 基板上の GaAs バッファ層に連続して AlGaAs 層 (Al 組成例えば 0.35) を結晶成長している。

図 1 は、発光サイリスタの基本構造を示す概略断面図である。図 1 において、10 は p 形の GaAs 基板であり、この基板上に、p 形 GaAs バッファ層 12, p 形 AlGaAs 層 14, n 形 AlGaAs 層 16, p 形 AlGaAs 層 18, n 形 AlGaAs 層 20 が順次積層されている。AlGaAs 層 20 上には、カソード電極 22 が、AlGaAs 層 18 上にはゲート電極 24 が、GaAs 基板の裏面にはアノード電極 26 が設けられている。

この例では、p 形 GaAs 基板上にバッファ層を介して p 形層, n 形層, p 形層, n 形層の順で積層されているが、n 形 GaAs 基板上に、バッファ層を介して n 形層, p 形層, n 形層, p 形層の順で積層される場合には、最上層の電極はアノード電極、最下部の電極はカソード電極となる。

本発明者らは、このような構造の発光サイリスタをアレイ状に配列し、配列されたこれらの発光サイリスタ間に、適当な相互作用を

もたせることによって、自己走査機能が実現できることを上記公開公報において開示し、光プリンタ用光源として実装上簡便であり、発光素子の配列ピッチが細かくでき、かつ、コンパクトな自己走査型発光装置を作製できること等を示した。

以上のような構造の発光サイリスタにおいて、GaAsバッファ層と、このバッファ層上のAlGaAs層との界面では、Al組成が大きく変化する、例えばAl組成0からAl組成0.35に変化するので、格子定数の変化は小さいものの、この急激な変化により、この界面での格子の乱れ、あるいはエネルギーバンドの大きな変形が生じる。これにより、界面での格子不整合が大きくなり、転位が発生する。また界面でのエネルギーギャップが大きくなり、接合によりエネルギーバンドの変形が大きくなる。

以上のようなことから、GaAs基板上にGaAsバッファ層を介在してAlGaAs層を成長させて形成された発光サイリスタでは、GaAsバッファ層とAlGaAs層との界面で、格子不整合に伴う格子欠陥の誘発、また不明瞭な不純物準位の形成等により、例えばしきい電流値、保持電流の増加によりデバイス特性が劣化するという問題があった。またこれらの界面付近でのキャリアキラとなる欠陥の発生により、外部量子効率が低下し発光光量が低下する問題点もあった。

また、図2に示すようにn形AlGaAs層20上には、カソード電極22とのオーミック接触をとるためn形GaAs層28が形成される場合がある。なお、図2において、図1と同じ要素には同一の参照番号を付して示している。このように、従来の発光サイリスタでは、電極とのオーミック接触の容易性、材料系の簡易化のため、最上層材料にGaAsを用いていた。発光サイリスタの発光波長は約780nmであるから、最上層にGaAs層を用いるとその吸収端波長が約860nmであることから、発光した光が最上層28を通過する間に吸収がおり光量低下が生じる。

GaAs層28による光吸収量を小さくするためには、GaAs層の膜厚を薄くすれば良いが、膜厚が薄いと、さらに次のような問題が生じる。すなわち、オーミック電極にするためには、電極材料とGaAsとの合金化が必要となるが、熱処理による原子の移動距離が大きく、GaAs層28の下層であるAlGaAs層20にまで電極材料の合金化領域が達する。その結果、AlGaAsの結晶性が乱れ、光の散乱等の原因となる。

図3は、297Kにおけるn形GaAs層の光吸収スペクトルを示すグラフである。縦軸は吸収係数 α を、横軸は光子エネルギーを示している。光の吸収量は、

$$1 - e^{-\alpha t} \quad (\text{但し、} t \text{ は膜厚})$$

で表される。このグラフより、780nmの波長の光に対する吸収係数は約 1.5×10^4 であることがわかる。膜厚 t を、 $0.02 \mu\text{m}$ とし、上記式より吸収量を単純計算すれば、発光光量の低下は3～4%であることがわかる。膜厚の揺らぎや合金化による原子配列の乱れ、組成の変化等が生じると、吸収量のさらなる低下が起こる。

図4は、GaAs基板10上にGaAsバッファ層12を有し、さらに最上層にGaAs層28を有する発光サイリスタを示す。なお、図4において、図1および図2と同一の要素には、同一の参照番号を付して示している。

一般に、pnpn構造の発光サイリスタは、図5に示すように、基板側のpnpトランジスタ44と基板とは反対側のnpnトランジスタ46との組み合わせであると考えられる。すなわち、アノードがpnpトランジスタ44のエミッタに、カソードがnpnトランジスタ46のエミッタに、ゲートがnpnトランジスタ46のベースにそれぞれ相当する。それぞれのトランジスタ44、46の電流増幅率の組み合わせによって、サイリスタの保持電流が決まる。すなわち、保持電流を小さくするには、それぞれのトランジスタの

電流増幅率 α を大きくする必要がある。電流増幅率 α は、エミッタ注入効率 γ ，輸送効率 β ，コレクタ接合なだれ増倍率 M ，固有コレクタ効率 α^* の積で与えられる。このうち、エミッタ注入効率 γ を大きくするためには、エミッタの不純物濃度はベースの不純物濃度よりも高く設計される。

p形不純物であるZnの拡散速度は非常に速く、エピタキシャル成膜中にもn形の半導体層に拡散していき、n形不純物を補償してしまう。このため、アノード層（GaAs層12およびAlGaAs層14）のZn濃度がn形ゲート層（AlGaAs層16）の不純物Siの濃度よりも大きいと、アノード層とゲート層との界面付近のSiがほとんど補償されてしまい、トランジスタの輸送効率 β を下げてしまう。また、非発光中心を作り、発光効率低下を招くという問題がある。

発 明 の 開 示

本発明の目的は、GaAs基板上にGaAsバッファ層を介在してAlGaAs層を成長させて形成された発光サイリスタにおいて、発光効率を改善した発光サイリスタを提供することにある。

本発明の他の目的は、最上層材料にGaAsを用いた発光サイリスタにおいて、発光効率を改善した発光サイリスタを提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、n形ゲート層の不純物がZnである発光サイリスタにおいて、発光効率を改善した発光サイリスタを提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、以上のような発光サイリスタを用いた自己走査型発光装置を提供することにある。

本発明の第1の態様は、GaAs基板上のGaAsバッファ層の上に、p形およびn形のAlGaAs層が交互に積層されたpnpn構造発光サイリスタにおいて、前記GaAsバッファ層の直上の

A l G a A s 層は、A l の組成が階段状に大きくなるように変化しているか、あるいは、A l の組成が連続的に大きくなるように変化していることを特徴とする発光サイリスタである。

このような発光サイリスタでは、前記 A l G a A s 層の A l 組成が徐々に変化しているので、G a A s バッファ層と A l G a A s 層との界面での格子不整合に伴う転位等の格子欠陥を低減することができ、また界面でのエネルギーバンドの極端な変形を緩和させることができる。

A l 組成を徐々に変化させる代わりに、単一あるいは多重量子井戸もしくは、歪み層を用いた歪み超格子構造などの挿入も効果があると考えられる。このとき高反射条件を満たすような量子井戸層または超格子層とすることにより、基板側への光が量子井戸層または超格子層により反射されるため、出射光量の向上も期待できる。

また、A l の組成が階段状にあるいは連続的に変化している A l G a A s 層でミスフィット転位が発生するおそれがある場合には、ミスフィット転位の伝搬を停止させるために、A l G a A s 層内に量子井戸層または歪み超格子構造を設けてもよい。

本発明の第 2 の態様によれば、最上層の材料を、吸収端波長が 780 nm より短い材料、例えば I n G a P , I n G a A s P あるいは A l G a I n P とすることにより、最上層での光吸収をなくすことができる。この材料は、G a A s 基板に対し格子整合していることが望ましい。このように、発光サイリスタの発光波長より短い波長域に吸収端を持つ材料を最上層に用いることにより、出射光の最上層での光吸収をなくし、外部量子効率を高めることができる。

本発明の第 3 の態様によれば、p n p n 構造の発光サイリスタにおいて、少なくとも n ゲート層に近いアノード層の部分の不純物の濃度を、n ゲート層の不純物の濃度より低くしたことを特徴とする。

p n p n 構造の発光サイリスタが、例えば、p 形基板上に、p 形の第 1 層、p 形の第 2 層、n 形の第 3 層、p 形の第 4 層、n 形の第

5層、n形の第6層がエピタキシャル成長されている場合、このような発光サイリスタは、基板側のpnpトランジスタと基板とは反対側のnpnトランジスタの組み合わせである。

本発明によれば、第1層、第2層の不純物濃度を、第3層の不純物濃度以下にすることにより、第1層、第2層から第3層への不純物拡散を制限する。なお、pnpトランジスタのエミッターベース接合はヘテロ接合となっているため、エミッタの不純物濃度がベースの不純物濃度よりも低くなってもエミッタ注入効率 γ はほとんど影響を受けず、ほぼ1を保つことができる。

また本発明によれば、発光サイリスタを発光素子として用いることにより、以下のような構造の自己走査型発光装置を実現できる。

第1の構造は、発光動作のためのしきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する発光素子を複数個配列し、各発光素子の前記制御電極をその近傍に位置する少なくとも1つの発光素子の制御電極に、相互作用抵抗または電氣的に一方向性を有する電気素子を介して接続し、各発光素子の発光を制御する電極に、電圧あるいは電流を印加する複数本の配線を接続させた自己走査型発光装置である。

また第2の構造は、転送動作のためのしきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する転送素子を複数個配列し、各転送素子の前記制御電極をその近傍に位置する少なくとも1つの転送素子の制御電極に、相互作用抵抗または電氣的に一方向性を有する電気素子を介して接続するとともに、各転送素子に電源ラインを電氣的手段を用いて接続し、かつ各転送素子にクロックラインを接続して形成した自己走査転送素子アレイと、しきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する発光素子を複数個配列した発光素子アレイとからなり、前記発光素子アレイの各制御電極を前記転送素子の制御電極と電氣的手段にて接続し、各発光素子に発光のための電流を注入するラインを設けた自己走査型発光装置である。

このような構造の自己走査型発光装置によれば、外部発光効率が

良く、かつ、高精細化，コンパクト化，低コスト化を図った発光装置を実現できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、バッファ層を有する従来の発光サイリスタの概略断面図である。

図 2 は、最上層に $GaAs$ 層を用いる従来の発光サイリスタの概略断面図である。

図 3 は、図 2 の発光サイリスタにおいて n 形 $GaAs$ の吸収係数を示すグラフである。

図 4 は、従来の発光サイリスタの概略断面図である。

図 5 は、図 4 の発光サイリスタの等価回路図である。

図 6 は、本発明の第 1 の実施例を示す図である。

図 7 は、本発明の第 2 の実施例を示す図である。

図 8 は、発光サイリスタの特性評価回路を示す図である。

図 9 は、しきい電流の測定例を示すグラフである。

図 10 は、保持電流の測定例を示すグラフである。

図 11 は、本発明の第 3 の実施例を示す図である。

図 12 および図 13 は、本発明の第 4 の実施例を示す図である。

図 14 は、本発明の第 5 の実施例を示す図である。

図 15 は、 $InGaP$ のフォトルミネッセンス強度を示すグラフである。

図 16 は、 $In_{0.5}Ga_{0.5}P$ 層の光吸収スペクトルを、 $GaAs$ と比較して示す図である。

図 17 は、発光サイリスタの光出力測定回路を示す図である。

図 18 は、 $InGaAsP$ の組成図である。

図 19 は、 $AlGaInP$ の格子定数とエネルギーギャップとの関係を示すグラフである。

図 20 は、発光サイリスタの電流－光出力特性を示す図である。

図 21 は、本発明の第 7 の実施例を示す図である。

図 22 は、自己走査型発光装置の第 1 の基本構造の等価回路図である。

図 23 は、自己走査型発光装置の第 2 の基本構造の等価回路図である。

図 24 は、自己走査型発光装置の第 3 の基本構造の等価回路図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第 1 の実施例

図 6 は、図 1 で説明したバッファ層を有する従来の発光サイリスタの問題を解決した本発明の一実施例を示す図である。GaAs 基板 10 上に Al_xGa_{1-x}As 層を、Al 組成 x を 0 (GaAs) から徐々に 0.35 まで階段状に増加させながら、エピタキシャル成長させる状態を示している。なお、GaAs, AlGaAs の導電形 (n 形, p 形) にかかわらず、エピタキシャル成長の方法は同じであるので、実施例では、導電形を区別することなく説明する。

GaAs 基板 10 の上に、Al 原料の供給量を変えて、Al 組成を 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.35 のように変化させながら AlGaAs 層をエピタキシャル成長する。すなわち、Al 組成が 0 の GaAs 層 (バッファ層) 12, Al 組成が 0.1 の AlGaAs 層 50-1, Al 組成が 0.2 の AlGaAs 層 50-2, Al 組成が 0.3 の AlGaAs 層 50-3, Al 組成が 0.35 の AlGaAs 層 50-4 を順次、エピタキシャル成長する。

このように Al 組成が階段状に増加された 4 つの AlGaAs 層 50-1, 50-2, 50-3, 50-4 は、図 1 の AlGaAs 層 14 に相当している。この場合、GaAs バッファ層 12 ~ Al

GaAs層50-4までの全体の膜厚は、キャリアの閉じ込め効率により設定する。

以後の工程は、図1の従来例と同じであり、Al組成が0.35のAlGaAs層を順次エピタキシャル成長する。

第2の実施例

図7は、図1で説明したバッファ層を有する従来の発光サイリスタの問題を解決した本発明の第2の実施例を示す図であり、GaAsバッファ層12上に $Al_xGa_{1-x}As$ を、Al組成xを0から0.35まで連続的に変化させながらエピタキシャル成長する。このようなAl組成の変化は、エピタキシャル成長時に、AlとGaの供給量の少なくとも一方を連続的に変化させることにより実現される。

このようにして、GaAs基板10上のGaAsバッファ層12上にAl組成が0から0.35まで連続的に変化したAlGaAs層52-1が形成され、引き続きAl組成が0.35のAlGaAs層52-2が形成される。

このような2つのAlGaAs層52-1, 52-2は、図1のAlGaAs層14に相当している。

この場合、GaAsバッファ層12～AlGaAs層52-2までの全体の膜厚は、キャリアの閉じ込め効率により設定する。

以後の工程は、図1の従来例と同じであり、Al組成が0.35のAlGaAs層を順次エピタキシャル成長する。

以上のような第1の実施例および第2の実施例におけるように、Al組成を徐々に変化させることにより、GaAsバッファ層とAlGaAs層との界面での格子不整合に伴う転位等の格子欠陥を低減することができ、また界面でのエネルギーバンドの極端な変形を緩和させることができる。これによりデバイス特性への影響を軽減させる。

第1または第2実施例の発光サイリスタのしきい電流，保持電流，

光出力をつぎのような方法で測定した。図 8 に示すように、サイリスタ 60 のアノード電極 26 , カソード電極 64 , ゲート電極 66 を、定電流源 68 および定電圧源 70 に接続し、定電流源 68 の出力電流 I_k を変化させ、発光サイリスタのカソード電圧 V_k とゲート電流 I_g を測定した。測定データの典形例を図 9 に示す。図 9 において、ゲート電流 I_g が増加から減少に反転する直前に最大となる電流を求め、これをしきい電流とした。一方、同様に定電流源 68 の出力電流 I_k (発光サイリスタ 60 のカソード電流に等しい) を変化させながら、カソード電圧 V_k を測定した。 $I_k - V_k$ 特性の典形例を図 10 に示す。保持電流は、カソード電圧が一定値 (例えば 0.2V) を超える点として定義した。光出力は、ゲート電極を抵抗を介してアノード電極に接続し、出力電流 I_k を適当な値 (例えば 13mA) に設定したときの光出力をフォトダイオードで測定することにより得た。15 ~ 20 個の第 1 または第 2 の実施例の発光サイリスタを測定し、図 1 の従来の発光サイリスタと比較したところ、しきい電流は平均で約 20 % 減少し、保持電流は平均で約 15 % 減少した。光出力は平均で約 10 % 増加した。

第 3 の実施例

図 11 は、図 1 で説明したバッファ層を有する従来の発光サイリスタの問題を解決した本発明の第 3 の実施例を示す図であり、GaAs 基板 10 上の GaAs バッファ層 12 の上に、量子井戸層 72 を形成し、この量子井戸層 72 上に図 1 の従来構造と同様に、AlGaAs 層 14、AlGaAs 層 16 …をエピタキシャル成長したものである。このような量子井戸層は、第 1 および第 2 の実施例の Al 組成が階段状に増加された AlGaAs 層および Al 組成が連続的に変化した AlGaAs 層と同様の働きをし、GaAs バッファ層と AlGaAs 層との界面での格子不整合に伴う転位等の格子欠陥を低減することができ、また界面でのエネルギーバンドの極端な変形を緩和させることができる。

本実施例における量子井戸層は、GaAsバッファ層12とAlGaAs層14との界面ではなく、AlGaAs層14内に設けてもよい。また、量子井戸層に代えて、歪み超格子構造を用いても同様の効果が得られる。

第4の実施例

前述した第1および第2の実施例のAl組成を階段状あるいは連続的に変化したAlGaAs層では、格子不整合に起因して発生するミスフィット転位が、このAlGaAs層を伝搬して上層まで達し、サイリスタ特性に影響を与えるおそれがある。このようなミスフィット転位の伝搬を低減かつ停止するようにした実施例を以下に説明する。

図12に示す実施例では、図6の構造において、AlGaAs層50-4内に量子井戸層または歪み超格子構造74を設けている。これにより、ミスフィット転位の伝搬を停止することができる。

図13に示す実施例では、図7の構造において、AlGaAs層52-2内に量子井戸層または歪み超格子構造76を設けている。これによりミスフィット転位の伝搬を停止することができる。

第5の実施例

図14は、図2で説明した、最上層にGaAs層を用いた従来の発光サイリスタの問題を解決した本発明の発光サイリスタの概略断面図である。構造は、図2の従来例と同じであるが最上層のGaAs層を、GaAs基板に対し格子整合するInGaPからなる層80で置き換えたものである。

In_{1-x}Ga_xPの場合、GaAsに格子整合するのは組成xが約0.5のときである。InGaPの成長にはMOCVDを用いた。In原料としてはトリメチルインジウム(TMI)、Ga原料にはトリメチルガリウム(TMG)、P原料にはホスフィンを使用した。成長条件は使用する反応炉の構造に依存するため、所望の組成x=0.5を得るためには、条件出しが必要である。減圧成長法を用い

る場合、成長温度は $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ とした。III 族原料供給モル比 (TMG / TMI) は、混晶比 ($x / 1 - x$) に比例するものとして決定した。 n 形 InGaP を得るためのドーパントとしてはセレンを用い、セレンの原料にはセレン化水素を使用した。

光学特性の評価のために、 GaAs 基板上に単層の InGaP を成長し測定試料とした。図 15 は室温で測定した $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ のフォトルミネッセンス強度を示している。発光中心波長は約 660nm である。図 16 は同じ $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 層の光吸収スペクトルを、 GaAs (図 3) と比較して示している。 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ の吸収端波長は約 650nm (0.9eV) であり、 780nm の波長の光に対する吸収係数は 10cm^{-1} 以下であり、 GaAs の $1.5 \times 10^4\text{cm}^{-1}$ に比べて大幅に小さい値が得られた。

最上層のカソード層を前記 InGaP 層として、発光サイリスタを作製した。 InGaP 層の成長方法は上記の通りであり、それ以外の製造プロセスはすでに開示されている GaAs 層を用いた場合と同様である。また、 InGaP 層に対してカソード電極がオーミック接触するためには、カソード電極の材料に AuGeNi を用いた。

光出力を測定するため、発光サイリスタは図 17 のように結線した。発光サイリスタ 82 のゲート電極 84 は抵抗 86 を介してアノード電極 88 と接続し、アノード電極 88 とカソード電極 90 との間に定電流源 92 を接続して、一定カソード電流 (例えば 10mA) 下での光出力をフォトダイオードにより測定した。

得られた光出力は、 GaAs 層を使用した発光サイリスタの場合の典型値より平均で約 3% 増加した。このことから、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 層の吸収は無視できる程度であることがわかる。

また、最上層の材料として、 $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ を用いる場合、吸収端エネルギーが大きい側の組成 x, y を使用することにより、吸収係数を小さくできる。このことを説明するために、 In

$1-x$ Ga_xAs_{1-y}P_y の組成図を、図 18 に示す。実線は、等エネルギーギャップ E_g 線を、破線は等格子定数線を示す。この組成図によれば、吸収端エネルギーが 1.6 eV を示す線 100 が約 780 nm の発光波長に相当している。また、格子定数 5.65 Å は、GaAs の格子定数に相当している。したがって、この状態図から、GaAs の格子定数に等しい格子定数を有する組成のうち黒丸で示す点 102 より、高エネルギー側の組成を使用することにより、吸収係数を小さくできることがわかる。

さらに、最上層の材料として、 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}P$ を用いる場合、GaAs と格子整合するようにそれぞれの組成 x , y を選ぶ必要がある。図 19 は、 $AlGaInP$ の格子定数とエネルギーギャップとの関係を示すグラフである。縦軸は格子定数を、横軸はエネルギーギャップ E_g を示す。図中、斜線部 104 が $Al_xGa_yIn_{1-x-y}P$ のとりうる組成範囲であるが、このうち GaAs と格子整合するのは実線 106 で示される組成である。この組成では、エネルギーギャップは 780 nm の波長に対し十分大きな値であるため、吸収係数は GaAs に比べ十分小さいと推定できる。

第 6 の実施例

図 4 で説明した従来の発光サイリスタの問題を解決した本発明の発光サイリスタの実施例を説明する。

図 4 の発光サイリスタの構造において、p 形 GaAs 層 12, p 形 AlGaAs 層 14 の濃度のみを変化させた発光サイリスタを作製した。表 1 に、基板および各層の化合物、膜厚、不純物、不純物濃度を示す。

表 1

層	材料	膜厚 (nm)	不純物	不純物濃度 (原子/cm ³)			
				No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
層 28	G a A s	30	S i	3×10^{18}	3×10^{18}	3×10^{18}	3×10^{18}
層 20	Al _{0.3} Ga _{0.7} As	500	S i	3×10^{18}	3×10^{18}	3×10^{18}	3×10^{18}
層 18	Al _{0.13} Ga _{0.87} As	800	Z n	1×10^{17}	1×10^{17}	1×10^{17}	1×10^{17}
層 16	Al _{0.13} Ga _{0.87} As	200	S i	1×10^{18}	1×10^{18}	1×10^{18}	1×10^{18}
層 14	Al _{0.3} Ga _{0.7} As	500	Z n	2×10^{17}	2×10^{18}	5×10^{17}	1×10^{18}
層 12	G a A s	500	Z n	2×10^{17}	2×10^{18}	5×10^{17}	1×10^{18}
基板 10	G a A s		Z n				

基板 10 は、G a A s よりなり、不純物は Z n である。バッファ層 12 は、厚さ 500 nm の G a A s よりなり、不純物は Z n である。アノード層 14 は、厚さ 500 nm の Al_{0.3} G a_{0.7} A s よりなり、不純物は Z n である。n 形ゲート層 16 は、厚さ 200 nm の Al_{0.13} G a_{0.87} A s よりなり、不純物は S i である。p 形ゲート層 18 は、厚さ 800 nm の Al_{0.13} G a_{0.87} A s よりなり、不純物は Z n である。カソード層 20 は、厚さ 500 nm の Al_{0.3} G a_{0.7} A s よりなり、不純物は S i である。オーミック接触層 28 は、厚さ 30 nm の G a A s よりなり、不純物は S i である。

不純物濃度は、表 1 に示すように、4 種類 No. 1, No. 2, No. 3, No. 4 のものを作製した。表 1 の No. 1, No. 2, No. 3, No. 4 において、4 つの層 16, 18, 20, 28 の不純物濃度は同じである。すなわち、層 16 の S i の不純物濃度は $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、層 18 の Z n の不純物濃度は $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 、層 20 の S i の不純物濃度は $3 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、層 28 の S i の不純物濃度は、 $3 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ である。

一方、No. 1 では、層 12, 14 の Z n の不純物濃度を、 $2 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ とした。No. 2 では、層 12, 14 の Z n の不純物濃度を、 $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とした。No. 3 では、層 12, 1

4 の Z n の不純物濃度を、 $5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ とした。N o . 4 では、層 1 2 , 1 4 の Z n の不純物濃度を、 $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とした。

明らかに、N o . 2 , N o . 4 の場合には、層 1 2 , 1 4 の不純物濃度が、層 1 6 の S i の不純物濃度以下にはなっていない。

以上の N o . 1 ~ N o . 4 の不純物濃度を有する発光サイリスタについて、その電流 - 光出力特性を調べた。得られた電流 - 光出力特性を図 2 0 に示す。層 1 2 , 1 4 の Z n 濃度が層 1 6 の S i 濃度より十分に低い N o . 1 の発光サイリスタでは、発光量が最も高くなっている。また、N o . 3 の発光サイリスタでは、発光量が次に高くなっている。ところが、層 1 2 , 1 4 の Z n 濃度が層 1 6 の S i 濃度と同じ、あるいは層 1 6 の S i 濃度よりも低い N o . 4 , N o . 2 の発光サイリスタでは、発光量が順次低くなっている。このことから、層 1 2 , 1 4 の Z n 濃度を層 1 6 の S i 濃度より低く設定すれば、層 1 2 , 1 4 から層 1 6 への不純物拡散が制限される結果、発光効率が低下しないことがわかる。

第 7 の実施例

第 6 の実施例では、層 1 2 , 1 4 の不純物濃度を、層 1 6 の不純物濃度より低くすると効果があることが示されたが、層 1 2 , 1 4 の不純物濃度を低下させると、これらの層の抵抗が増大し、サイリスタの性能に影響を与える。これを避けるために、図 2 1 に示すように、第 6 の実施例において層 1 4 を 2 つの層 1 4 - 1 , 1 4 - 2 に分割した発光サイリスタを作製した。各層の不純物濃度（設定濃度）は表 2 に示す通り設定した。分割した第 2 層のうち、上層 1 4 - 1 の不純物濃度のみ $2 \times 10^{16} / \text{cm}^3$ と低くし、下層 1 4 - 2 は $2 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ とした。他の層の濃度は第 6 の実施例同様である。

成長後の各層の不純物濃度を二次イオン質量分析法によって評価した結果（実測濃度）表 2 中に示した。評価結果によると、上層 1

4-2の不純物濃度は設定濃度 ($2 \times 10^{16} / \text{cm}^3$) より高い $4 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ となっていることがわかった。これは上層14-2の成長中にZnが下層14-1から拡散したためである。

この構造の発光サイリスタの電流-光出力特性第6の実施例のNo. 1とほぼ同様であった。したがって層14の層16に近い部分の不純物濃度が低ければ効果があることが示された。

表 2

層	材料	膜厚 (nm)	不純物	不純物濃度 (原子/ cm^3)	
				設定濃度	実測濃度
層 28	GaAs	30	Si	3×10^{18}	3×10^{18}
層 20	$\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$	500	Si	3×10^{18}	3×10^{18}
層 18	$\text{Al}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}$	800	Zn	1×10^{17}	1×10^{17}
層 16	$\text{Al}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}$	200	Si	3×10^{18}	3×10^{18}
層 14-2	$\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$	100	Zn	2×10^{16}	4×10^{17}
層 14-1	$\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$	400	Zn	2×10^{18}	2×10^{18}
層 12	GaAs	500	Zn	2×10^{18}	2×10^{18}
基板 10	GaAs				

以上の2つの実施例では、p形基板を用いた場合を示しているが、n形基板の場合も、アノード層の不純物濃度をnゲート層の不純物濃度よりも低くすればよい。また、ここでは、拡散の起こりやすい不純物Znについて説明したが、本発明は他種の不純物についても同様の効果がある。すなわち、第5, 6層のn形不純物濃度についても適用可能である。

第8の実施例

以上のような発光サイリスタを適用できる自己走査型発光装置の3つの基本構造について説明する。

図22は、自己走査型発光装置の第1の基本構造の等価回路図である。発光素子として、端面発光サイリスタ… T_{-2} , T_{-1} , T_0 , T_{+1} , T_{+2} …を用い、これら発光サイリスタには、各々ゲート電極…

G_{-2} , G_{-1} , G_0 , G_{+1} , G_{+2} ...が設けられている。各々のゲート電極には、負荷抵抗 R_L を介して電源電圧 V_{GK} が印加される。また、隣接するゲート電極は、相互作用を作るために抵抗 R_I を介して電氣的に接続されている。また、発光素子のアノード電極に、3本の転送クロック (ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3) ラインが、それぞれ3素子おきに(繰り返されるように)接続される。

この自己走査型発光素子アレイの動作を説明すると、まず転送クロック ϕ_3 がハイレベルとなり、発光サイリスタ T_0 がオンしているとす。このとき発光サイリスタの特性から、ゲート電極 G_0 は零ボルト近くまで引き下げられる。電源電圧 V_{GK} を仮に5ボルトとすると、負荷抵抗 R_L 、相互作用抵抗 R_I よりなる抵抗ネットワークから各発光サイリスタのゲート電圧が決まる。そして、発光サイリスタ T_0 に近いサイリスタのゲート電圧が最も低下し、以降順にサイリスタ T_0 から離れるにしたがいゲート電圧 $V(G)$ は上昇していく。これは次のように表せる。

$$V(G_0) < V(G_{+1}) = V(G_{-1}) < V(G_{+2}) = V(G_{-2}) \dots \dots (1)$$

これらのゲート電圧の差は、負荷抵抗 R_L 、相互作用抵抗 R_I の値を適当に選択することにより設定することができる。

発光サイリスタのターンオン電圧 V_{ON} は、次式に示すように、ゲート電圧 $V(G)$ より $p-n$ 接合の拡散電位 V_{dif} だけ高い電圧となることが知られている。

$$V_{ON} \doteq V(G) + V_{dif} \dots \dots (2)$$

したがって、アノードに印加する電圧をこのターンオン電圧 V_{ON} より高く設定すれば、その発光サイリスタはオンすることになる。

さてこの発光サイリスタ T_0 がオンしている状態で、次の転送クロック ϕ_1 をハイレベルにする。このクロック ϕ_1 は発光サイリスタ T_{+1} と T_{-2} に同時に加わるが、転送クロック ϕ_1 のハイレベルの電圧の値 V_H を次の範囲に設定すると、発光サイリスタ T_{+1} のみを

オンさせることができる。

$$V(G_{.2}) + V_{dif} > V_H > V(G_{+1}) + V_{dif} \dots\dots\dots (3)$$

これで発光サイリスタ T_0 , T_{+1} が同時にオンしていることになる。そしてクロック ϕ_3 をローレベルにすると、発光サイリスタ T_0 がオフとなりオン状態の転送ができたことになる。

上に述べたような原理から、転送クロック ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 のハイレベル電圧を順番に互いに少しずつ重なるように設定すれば、発光サイリスタのオン状態は順次転送されていく。このようにして、本発明の自己走査型発光装置を実現することができる。

図23は、自己走査型発光装置の第2の基本構造の等価回路図である。この自己走査型発光装置は、発光サイリスタのゲート電極間の電氣的接続の方法としてダイオードを用いている。すなわち、図22の回路の相互作用抵抗 R_1 の代わりにダイオード $\dots D_{.2}$, $D_{.1}$, D_0 , D_{+1} , \dots を用いる。ダイオードは、電氣的に一方向性を有するので、転送クロックラインは、2本でよく、各発光サイリスタのアノード電極に、2本の転送クロック (ϕ_1 , ϕ_2) ラインがそれぞれ1素子おきに接続される。

この自己走査型発光装置の動作を説明する。まず転送クロック ϕ_2 がハイレベルとなり、発光サイリスタ T_0 がオンしているとする。このとき発光サイリスタの特性からゲート電極 G_0 は零ボルト近くまで引き下げられる。電源電圧 V_{GK} を仮に5ボルトとすると、負荷抵抗 R_L , ダイオード D のネットワークから各発光サイリスタのゲート電圧が決まる。そして、発光サイリスタ T_0 に近いサイリスタのゲート電圧が最も低下し、以降順に発光サイリスタ T_0 から離れるにしたがいゲート電圧は上昇していく。

ダイオード特性の一方向性、非対称性から、電圧を下げる効果は、発光サイリスタ T_0 の右方向にしか働かない。すなわちゲート電極 G_{+1} は G_0 に対し、ダイオードの順方向立ち上がり電圧 V_{dif} だけ高い電圧に設定され、ゲート電極 G_{+2} は G_{+1} に対し、さらにダイオ

ードの順方向立ち上がり電圧 V_{dif} だけ高い電圧に設定される。一方、発光サイリスタ T_0 の左側の発光サイリスタ T_{-1} のゲート電極 G_{-1} は、ダイオード D_{-1} が逆バイアスになっているためダイオード D_{-1} には電流が流れず、したがって電源電圧 V_{GK} と同電位となる。

次の転送クロック ϕ_1 は、最近接の発光サイリスタ T_{+1} 、 T_{-1} 、そして発光サイリスタ T_{+3} および T_{-3} 等に印加されるが、これらのなかで、最もターンオン電圧の最も低いサイリスタは T_{+1} であり、サイリスタ T_{+1} のターンオン電圧は約 (G_{+1} のゲート電圧 + V_{dif}) であるが、これは V_{dif} の約 2 倍である。次にターンオン電圧の低いサイリスタは T_{+3} であり、 V_{dif} の約 4 倍である。発光サイリスタ T_{-1} と T_{-3} のターンオン電圧は、約 ($V_{GK} + V_{dif}$) となる。

以上から、転送クロック ϕ_1 のハイレベル電圧を V_{dif} の約 2 倍から V_{dif} の約 4 倍の間に設定しておけば、発光サイリスタ T_{+1} のみをオンさせることができ、転送動作を行うことができる。

図 24 は、自己走査型発光装置の第 3 の基本構造の等価回路図である。この自己走査型発光装置は、転送部 40 と発光部 42 とを分離させた構造である。転送部 40 の回路構成は、図 23 に示した回路構成と同じであり、転送部 40 の発光サイリスタ… T_{-1} 、 T_0 、 T_{+1} 、 T_{+2} …は、この実施例では転送素子として用いられる。

発光部 42 は、書き込み用発光素子… L_{-1} 、 L_0 、 L_{+1} 、 L_{+2} …からなり、これら各発光素子のゲートは、転送素子… T_{-1} 、 T_0 、 T_{+1} 、 T_{+2} …のゲート G_{-1} 、 G_0 、 G_{+1} …に接続されている。書き込み用発光素子のアノードには、書き込み信号 S_{in} が加えられている。

以下に、この自己走査型発光装置の動作を説明する。いま、転送素子 T_0 がオン状態にあるとすると、ゲート電極 G_0 の電圧は、電源電圧 V_{GK} より低下し、ほぼ零ボルトとなる。したがって、書き込み信号 S_{in} の電圧が、pn 接合の拡散電位 V_{dif} (約 1 ボルト) 以上であれば、発光素子 L_0 を発光状態とすることができる。

これに対し、ゲート電極 G_{-1} は約 5 ボルトであり、ゲート電極 G

V_{+1} は約 1 ボルトとなる。したがって、発光素子 L_{+1} の書き込み電圧は約 6 ボルト、発光素子 L_{+1} の書き込み信号の電圧は約 2 ボルトとなる。これから、発光素子 L_0 のみに書き込める書き込み信号 S_{in} の電圧は、約 1 ～ 2 ボルトの範囲となる。発光素子 L_0 がオン、すなわち発光状態に入ると、書き込み信号 S_{in} の電圧は約 1 ボルトに固定されてしまうので、他の発光素子が選択されてしまう、というエラーは防ぐことができる。

発光強度は書き込み信号 S_{in} に流す電流量で決められ、任意の強度にて画像書き込みが可能となる。また、発光状態を次の素子に転送するためには、書き込み信号 S_{in} の電圧を一度零ボルトまでおとし、発光している素子をいったんオフにしておく必要がある。

産業上の利用可能性

本発明によれば、発光効率を改善した発光サイリスタを提供することができる。また本発明によれば、発光素子をアレイ化し自己走査機能も加えることにより、外部発光効率を高めた自己走査型発光装置を提供できる。

請 求 の 範 囲

1. GaAs 基板と、

前記 GaAs 基板上に設けられた GaAs バッファ層と、

前記 GaAs バッファ層上に設けられ、第 1 導電形および第 2 導電形の AlGaAs 層が交互に積層された 4 つの層とを備え、

前記 GaAs バッファ層の直上の AlGaAs 層は、複数の AlGaAs 層よりなり、これら複数の AlGaAs 層の Al 組成が上方に向かって階段状に大きくなるように変化していることを特徴とする発光サイリスタ。

2. 前記複数の AlGaAs 層の最上層内に、量子井戸層または歪み超格子構造が挿入されたことを特徴とする請求項 1 記載の発光サイリスタ。

3. GaAs 基板と、

前記 GaAs 基板上に設けられた GaAs バッファ層と、

前記 GaAs バッファ層上に設けられ、第 1 導電形および第 2 導電形の AlGaAs 層が交互に積層された 4 つの層とを備え、

前記 GaAs バッファ層の直上の AlGaAs 層は、Al の組成が上方に向かって連続的に大きくなるように変化していることを特徴とする発光サイリスタ。

4. 前記 GaAs バッファ層の直上の AlGaAs 層内に、量子井戸層または歪み超格子構造が挿入されたことを特徴とする請求項 3 記載の発光サイリスタ。

5. GaAs 基板と、

前記 GaAs 基板上に設けられた GaAs バッファ層と、

前記 GaAs バッファ層上に設けられ、第 1 導電形および第 2 導

電形の AlGaAs 層が交互に積層された 4 つの層とを備え、

前記 GaAs バッファ層と直上の AlGaAs 層との間に、または前記直上の AlGaAs 層内に量子井戸層または歪み超格子構造が挿入されたことを特徴とする発光サイリスタ。

6. 基板と、

前記基板上に設けられ、第 1 導電形および第 2 導電形の半導体層が交互に積層された 4 つの層とを備え、

前記 4 つの層のうち、光が出射する最上層が、InGaP, InGaAsP, および AlGaInP よりなる群から選択された材料よりなることを特徴とする発光サイリスタ。

7. 前記選択された材料の組成は、前記発光サイリスタの基板の材料と格子整合するように選ばれることを特徴とする請求項 6 記載の発光サイリスタ。

8. 前記基板の材料は、GaAs であることを特徴とする請求項 7 記載の発光サイリスタ。

9. p 形のアノード層と、

前記 p 形のアノード層に接して形成された n 形のゲート層と、

前記 n 形のゲート層に接して形成された p 形のゲート層と、

前記 p 形のゲート層に接して形成された n 形のカソード層とを備え、

少なくとも n ゲート層に近いアノード層の部分の不純物の濃度を、n ゲート層の不純物の濃度より低くしたことを特徴とする発光サイリスタ。

10. 前記アノード層の不純物は、Zn であることを特徴とする請

求項 9 記載の発光サイリスタ。

1 1 . 前記アノード層の不純物は Zn であり、前記 n 形のゲート層の不純物は Si であることを特徴とする請求項 9 記載の発光サイリスタ。

1 2 . 発光動作のためのしきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する発光素子を複数個配列し、各発光素子の前記制御電極をその近傍に位置する少なくとも 1 つの発光素子の制御電極に、相互作用抵抗を介して接続し、各発光素子の発光を制御する電極に、電圧あるいは電流を印加する複数本の配線を接続させた構造を有し、

前記発光素子は、請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載されている発光サイリスタである、自己走査型発光装置。

1 3 . 発光動作のためのしきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する発光素子を複数個配列し、各発光素子の前記制御電極をその近傍に位置する少なくとも 1 つの発光素子の制御電極に、電氣的に一方向性を有する電気素子を介して接続し、各発光素子の発光を制御する電極に、電圧あるいは電流を印加する複数本の配線を接続させた自己走査型発光装置において、

前記発光素子は、請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載されている発光サイリスタである、自己走査型発光装置。

1 4 . 請求項 1 3 記載の自己走査型発光装置において、

前記一方向性を有する電気素子は、ダイオードである、自己走査型発光装置。

1 5 . 転送動作のためのしきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する転送素子を複数個配列し、各転送素子の前記制御電極をその

近傍に位置する少なくとも 1 つの転送素子の制御電極に、相互作用抵抗を介して接続すると共に、各転送素子に電源ラインを電気的手段を用いて接続し、かつ各転送素子にクロックラインを接続して形成した自己走査転送素子アレイと、

しきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する発光素子を複数個配列した発光素子アレイとからなり、

前記発光素子アレイの各制御電極を前記転送素子の制御電極と電気的手段にて接続し、各発光素子に発光のための電流を印加するラインを設けた自己走査型発光装置において、

前記発光素子は、請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載されている発光サイリスタである、自己走査型発光装置。

16. 転送動作のためのしきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する転送素子を複数個配列し、各転送素子の前記制御電極をその近傍に位置する少なくとも 1 つの転送素子の制御電極に、電氣的に一方向性を有する電気素子を介して接続すると共に、各転送素子に電源ラインを電気的手段を用いて接続し、かつ各転送素子にクロックラインを接続して形成した自己走査転送素子アレイと、

しきい電圧またはしきい電流の制御電極を有する発光素子を複数個配列した発光素子アレイとからなり、

前記発光素子アレイの各制御電極を前記転送素子の制御電極と電気的手段にて接続し、各発光素子に発光のための電流を印加するラインを設けた自己走査型発光装置において、

前記発光素子は、請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載されている端面発光サイリスタである、自己走査型発光装置。

17. 請求項 16 記載の自己走査型発光装置において、前記一方向性を有する電気素子は、ダイオードである、自己走査型発光装置。

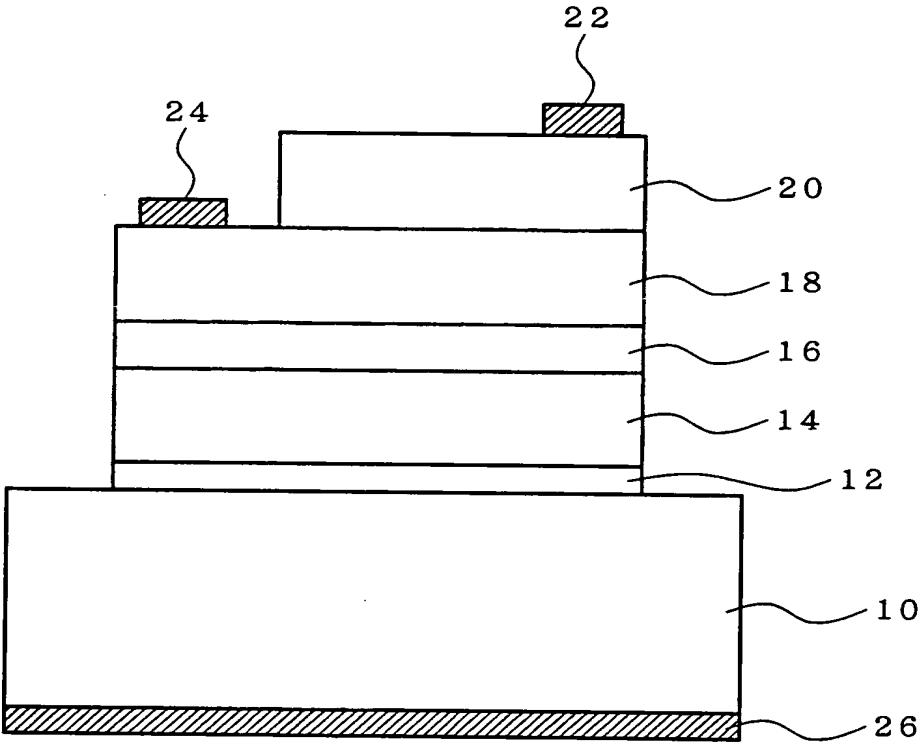


図 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2 / 18

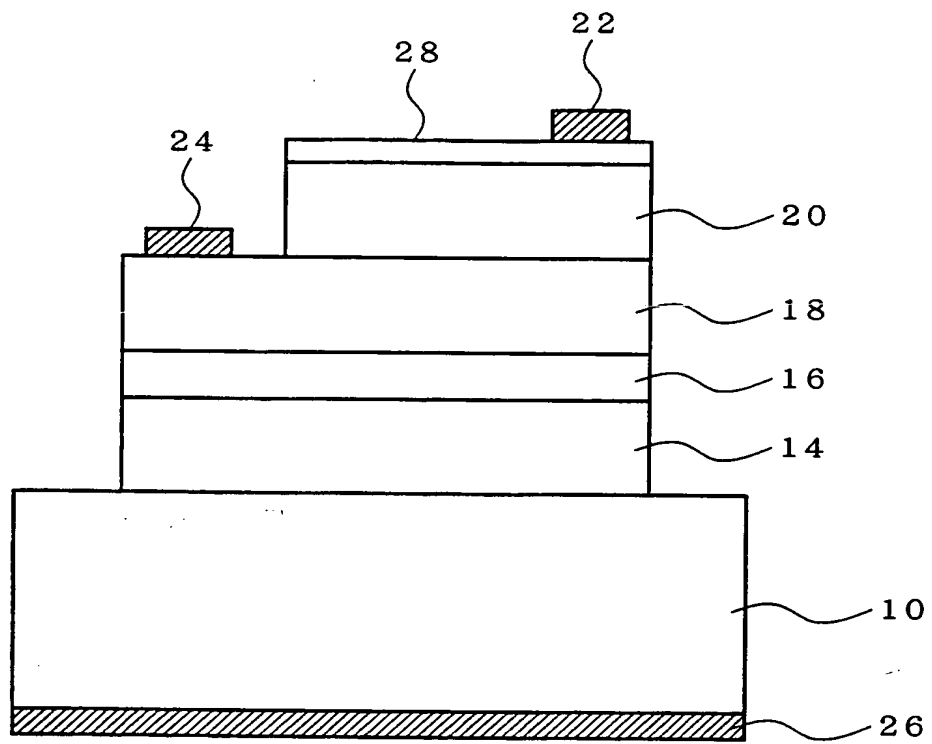


図 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3 / 18

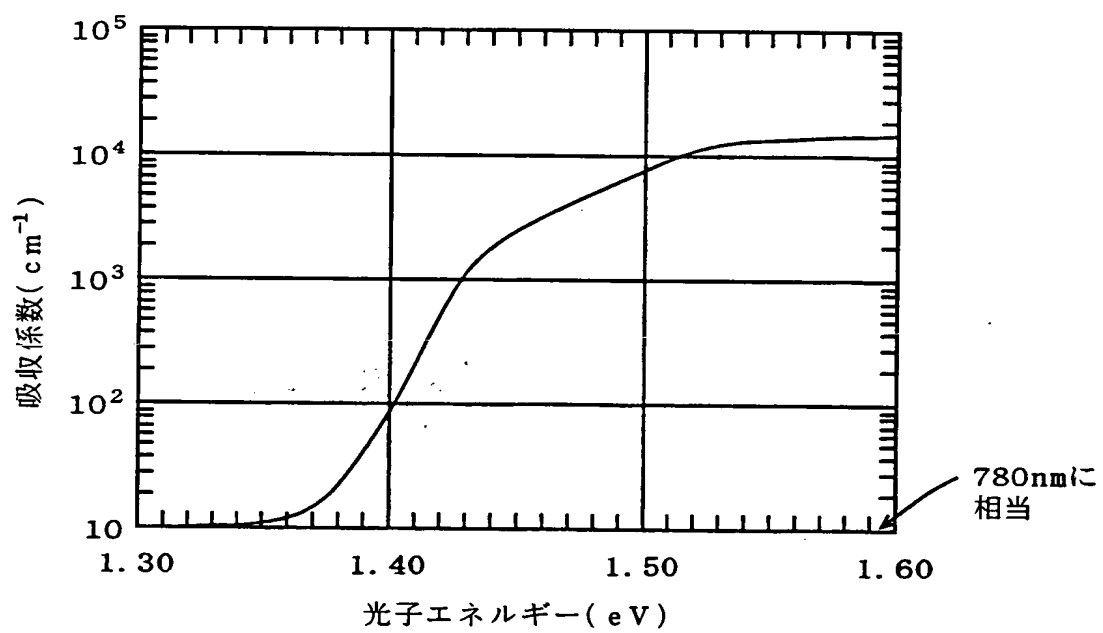


図 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4 / 18

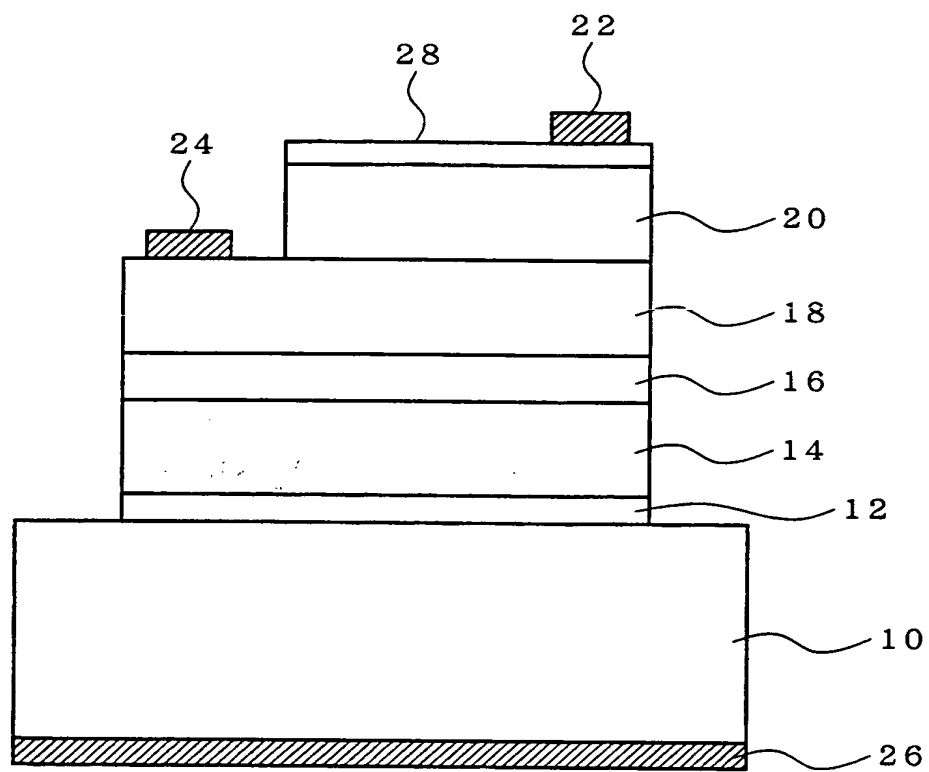


図 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5 / 18

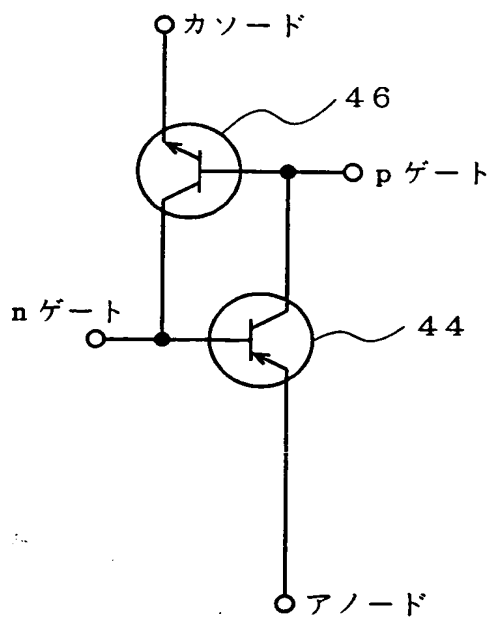


図 5

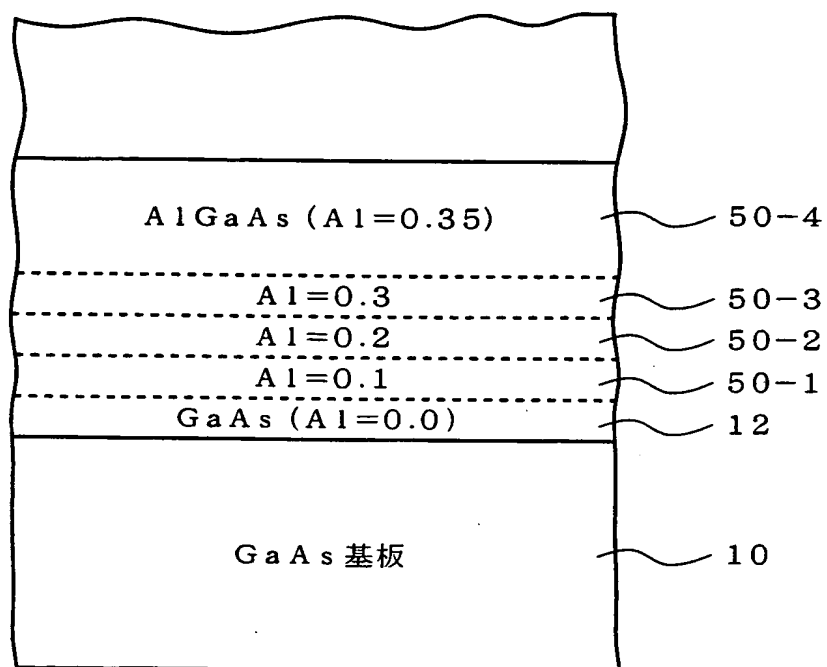


図 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6 / 18

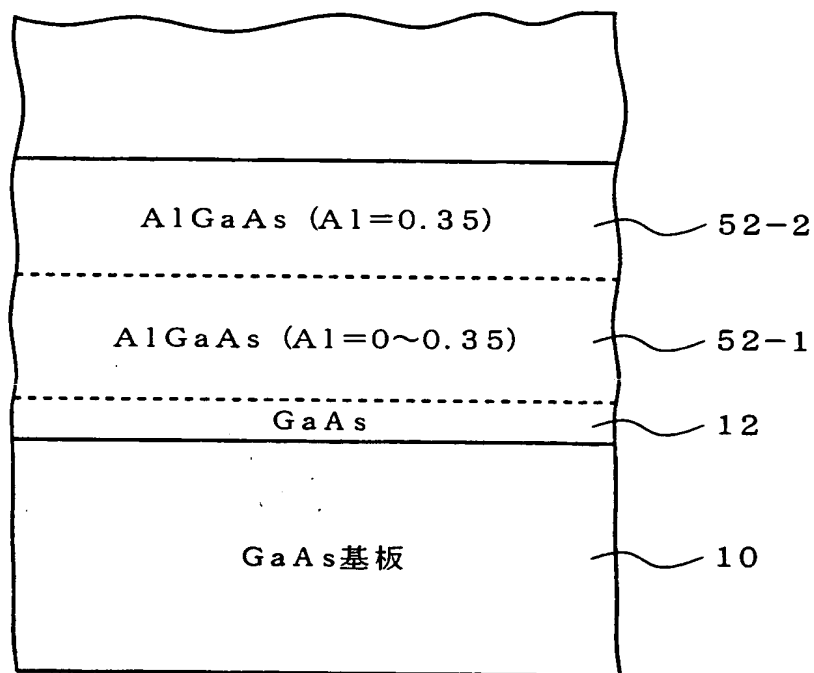


图 7

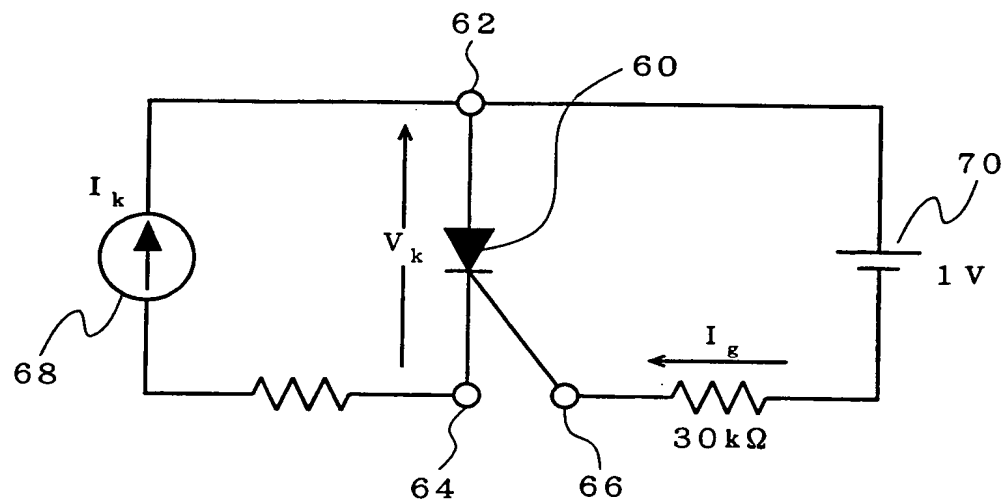


图 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7 / 18

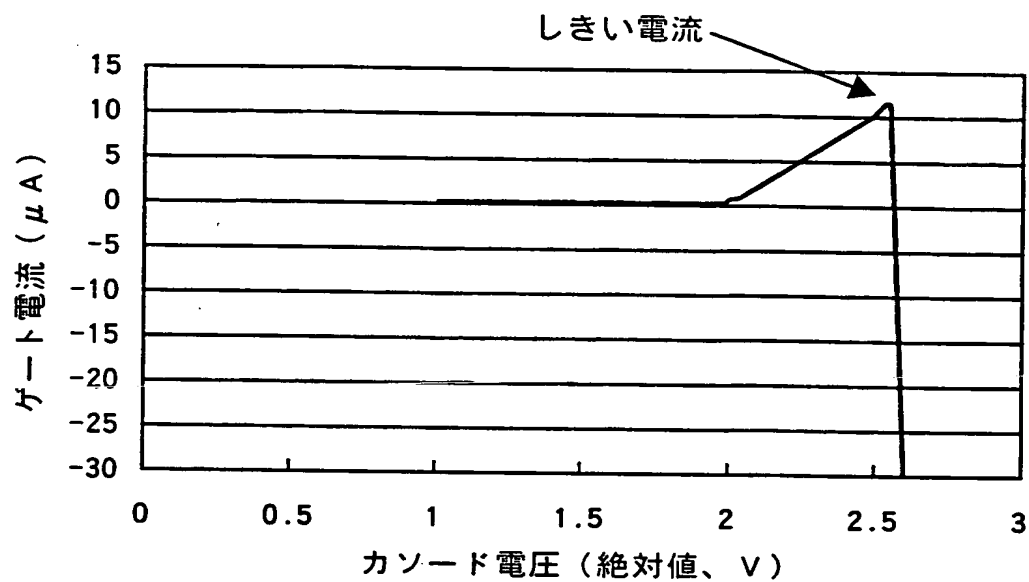


図 9

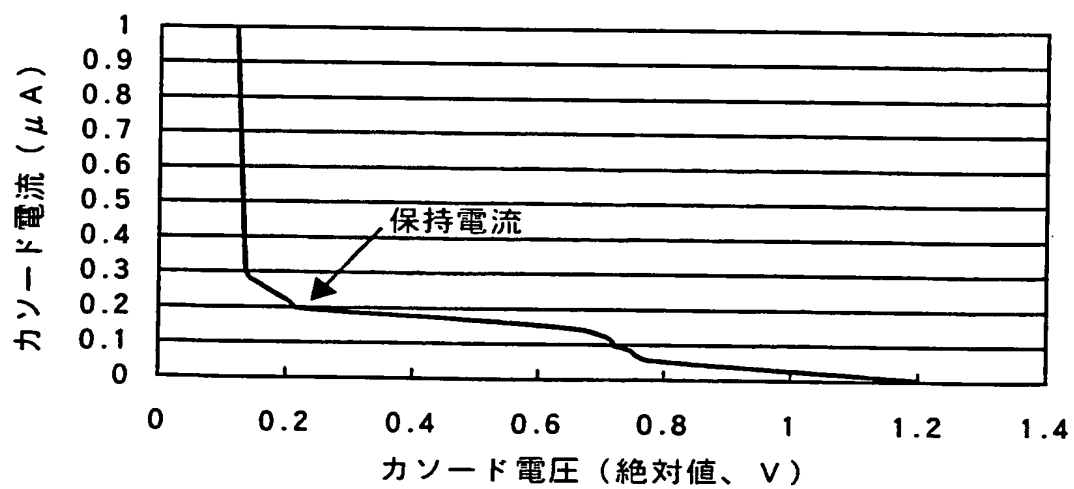


図 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

8 / 18

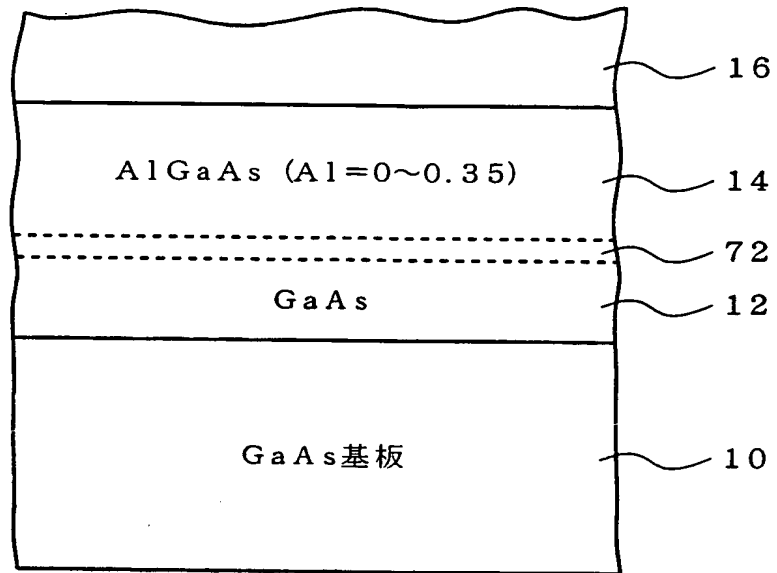


図 1 1

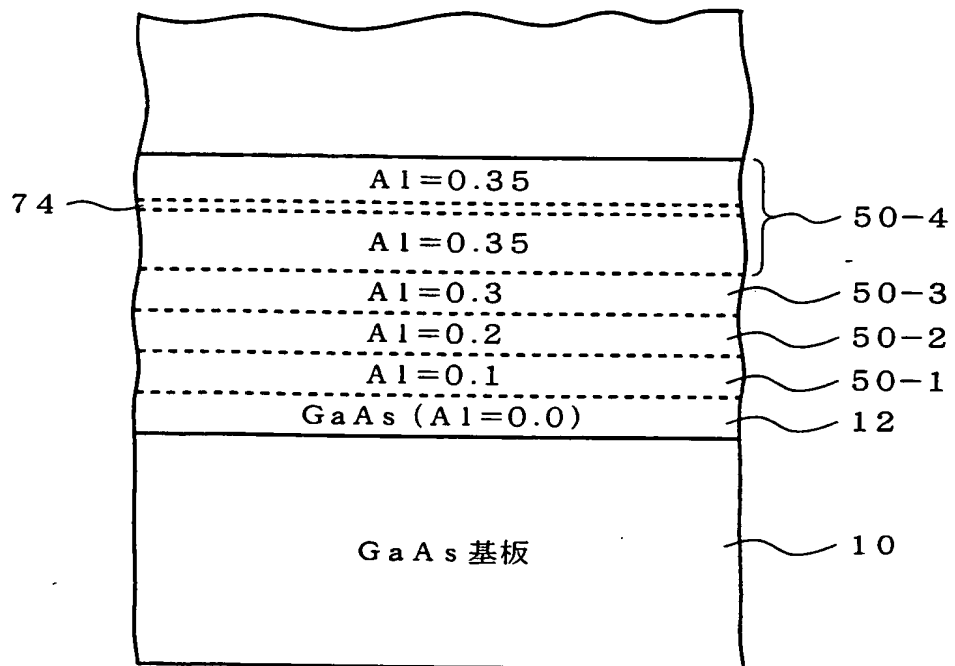


図 1 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

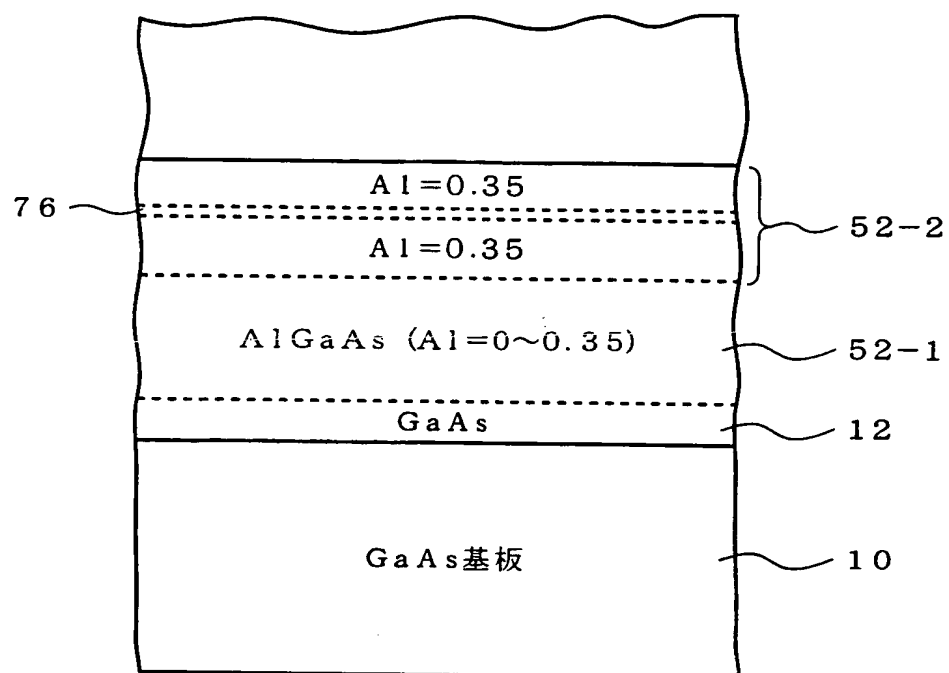


図 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/18

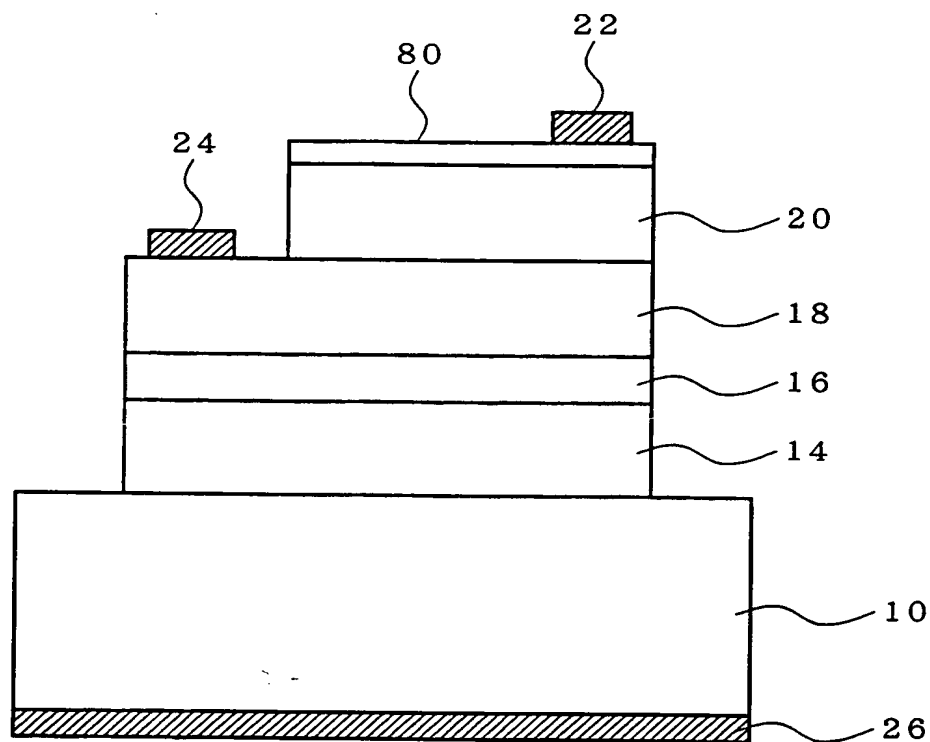


図 1 4

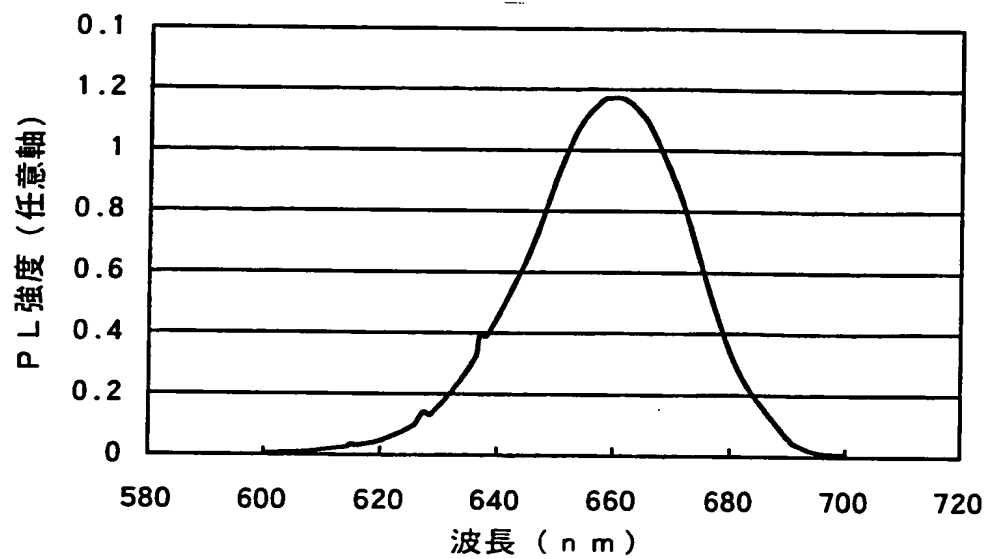


図 1 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

11 / 18

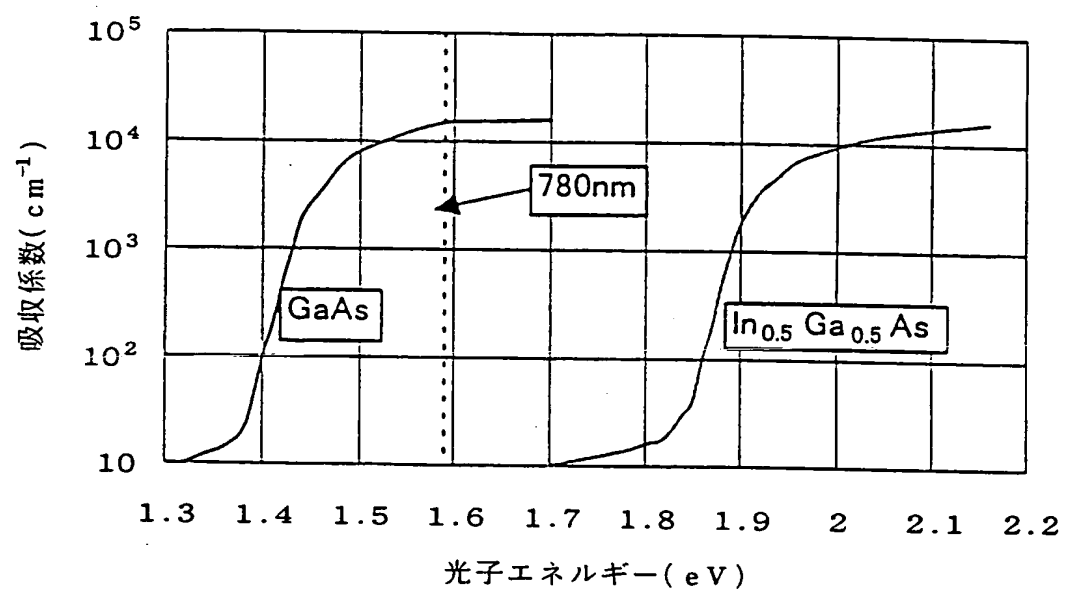


図 1 6

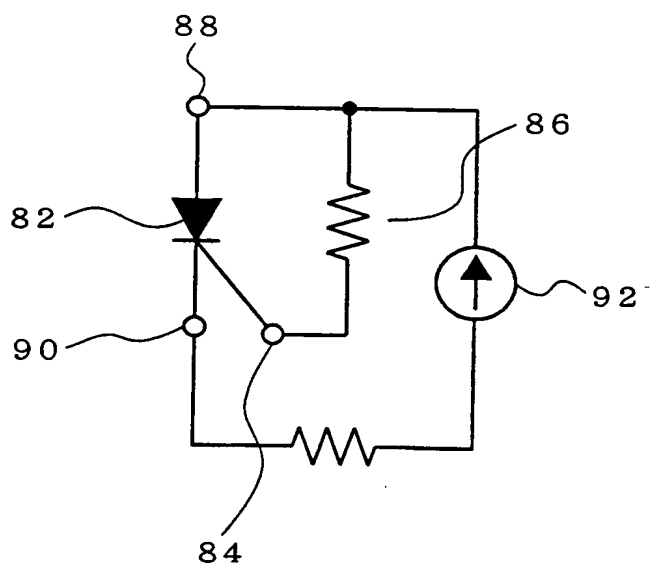


図 1 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

13/18

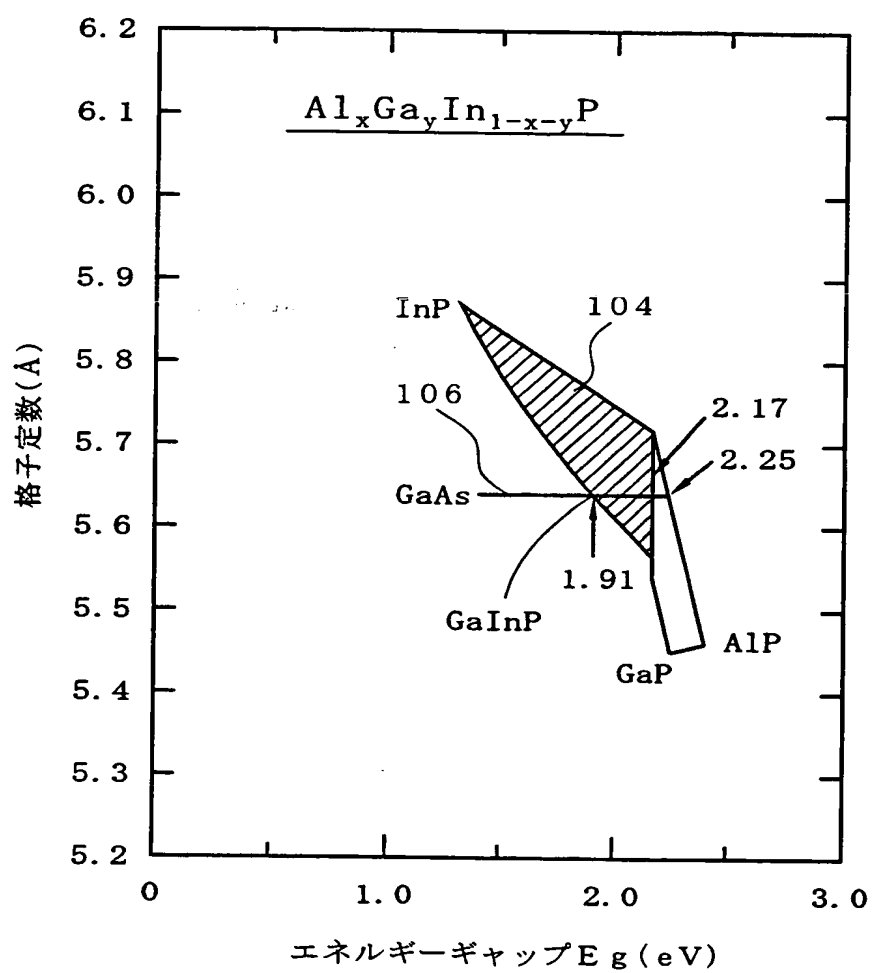


図 19

THIS PAGE BLANK (USPTO)

14 / 18

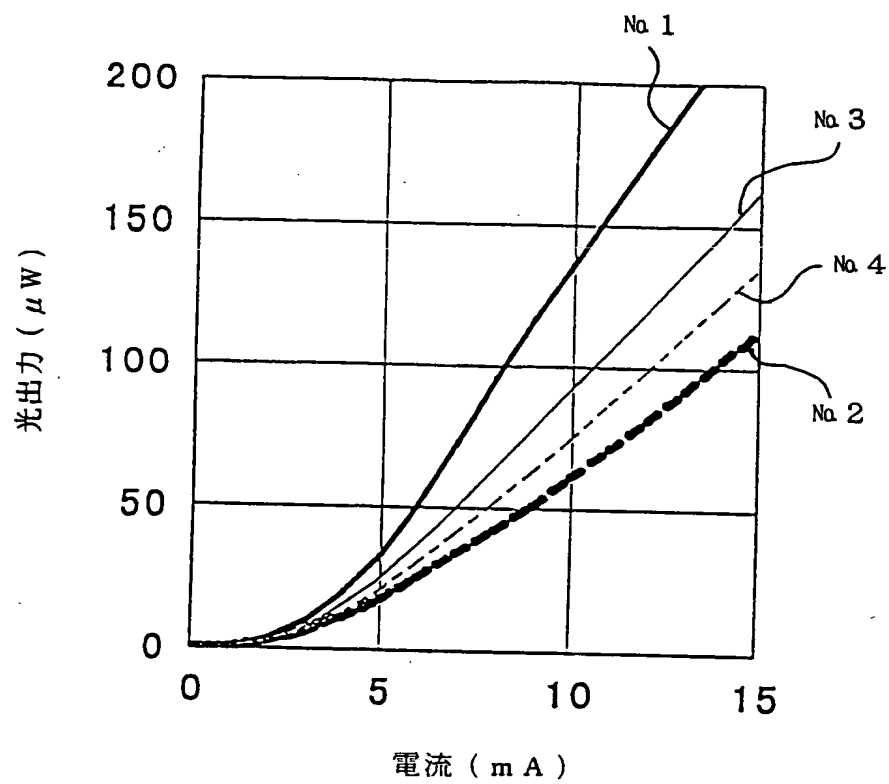


図 20

THIS PAGE BLANK (USPTO)

15 / 18

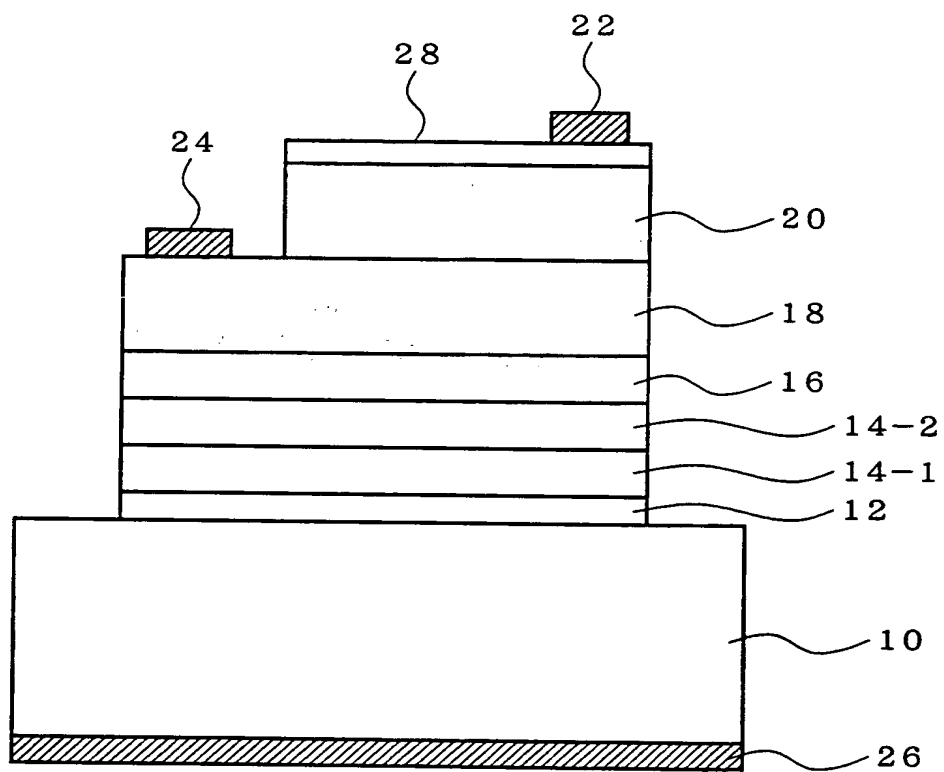


図 2 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

16 / 18

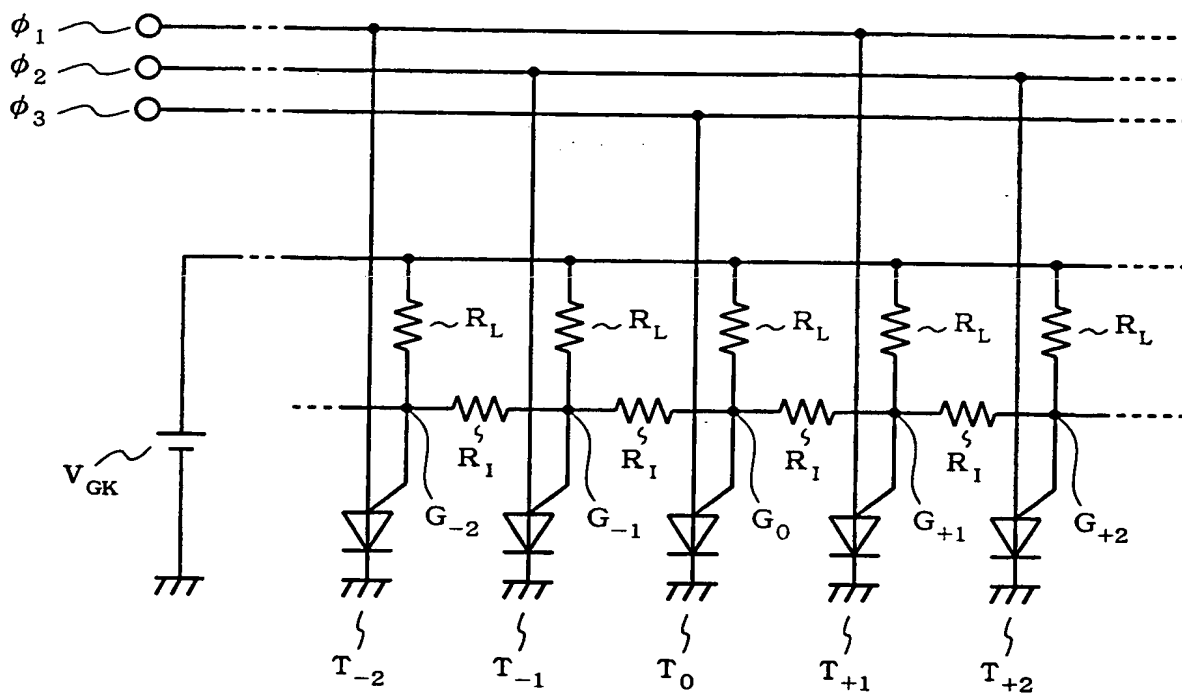


図 2 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

17 / 18

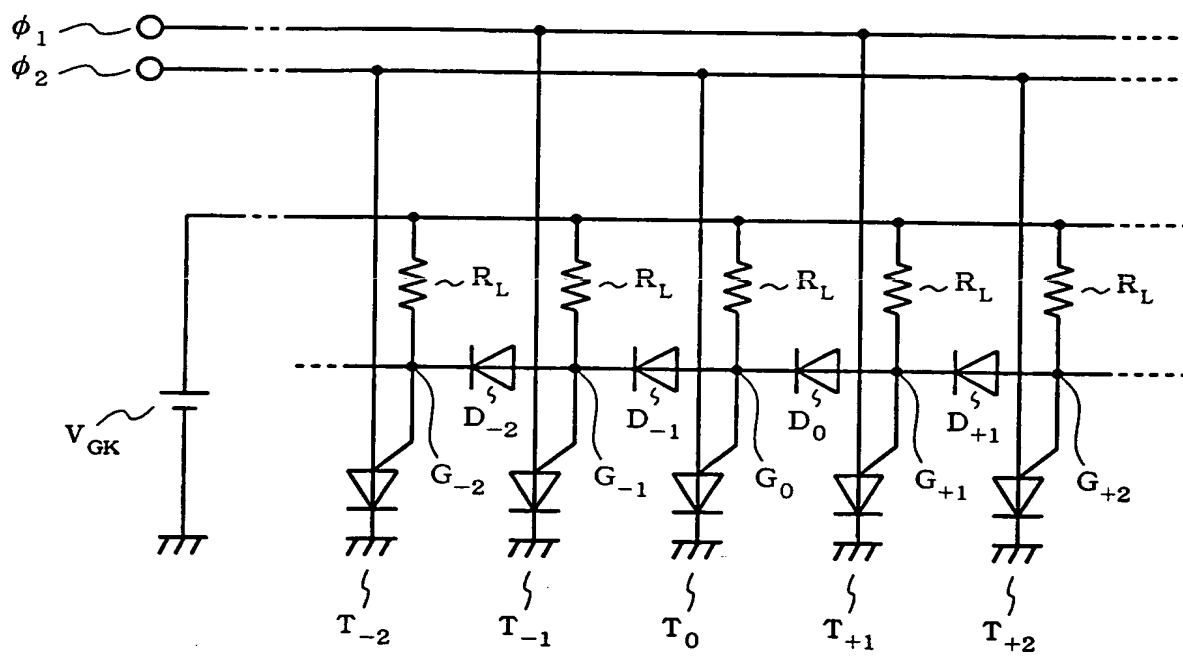


图 2 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

18 / 18

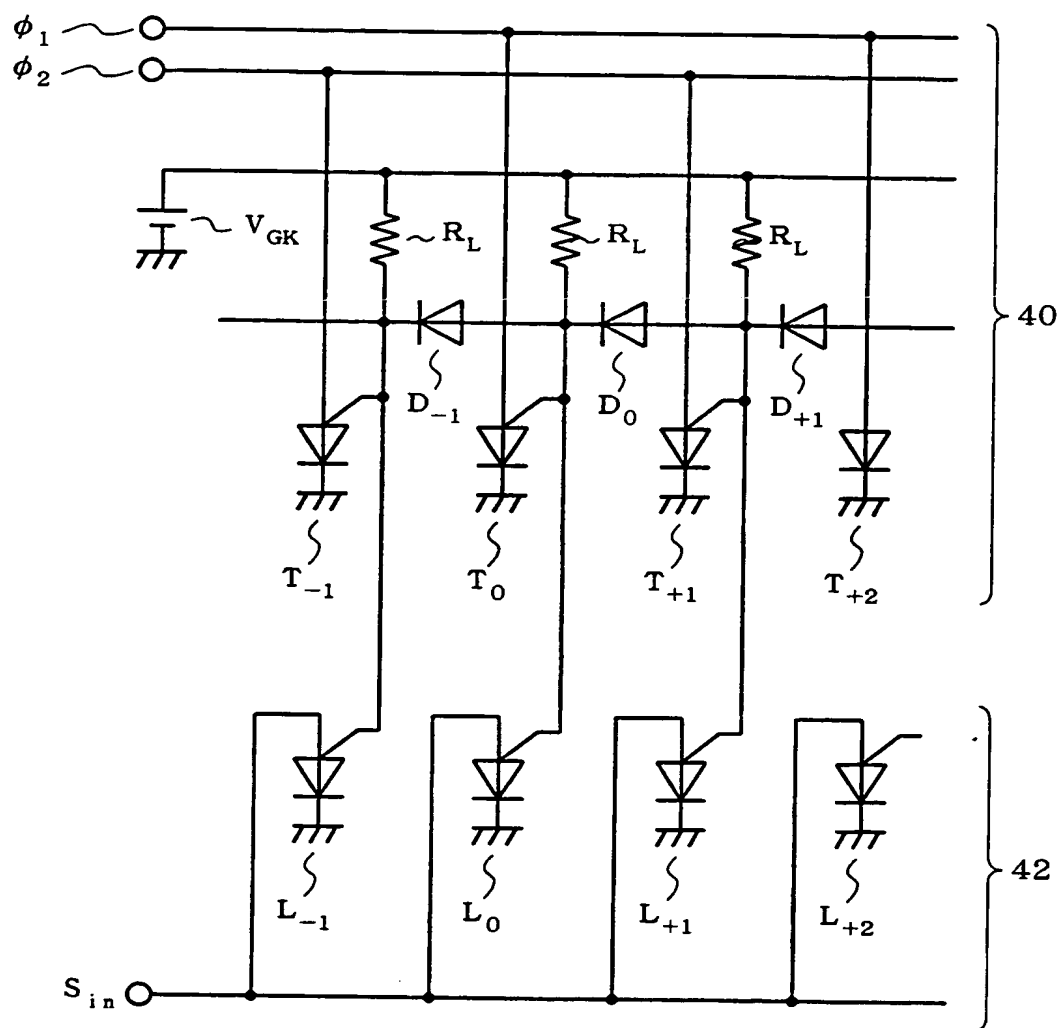


図 24

THIS PAGE BLANK (USPTO)